



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 197 34 862 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 02 C 6/18
F 22 B 31/04
F 22 B 35/06

②1 Aktenzeichen: 197 34 862.9
②2 Anmeldetag: 12. 8. 97
④3 Offenlegungstag: 18. 2. 99

DE 197 34 862 A 1

⑦1 Anmelder:
Gericke, Bernd, 51067 Köln, DE

⑦4 Vertreter:
Ackmann und Kollegen, 47053 Duisburg

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

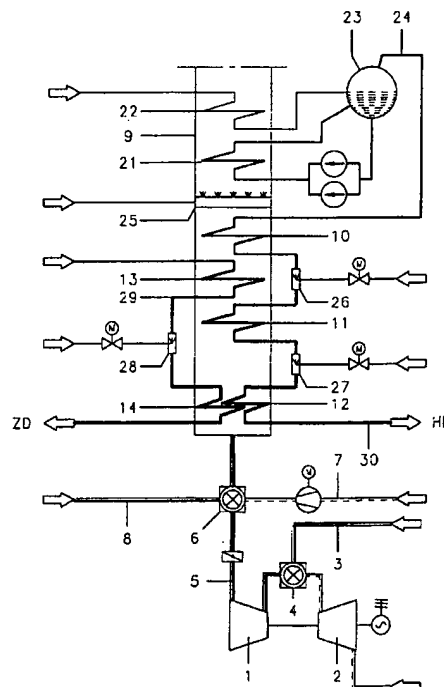
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 38 04 605 A1
DE 26 21 340 A1
Beitz, W. und Küttner, K.-H. (Hrsg.): Dubbel
Taschenbuch für den Maschinenbau, Berlin (u.a.):
Springer, 1981, S. 595-598, 935;
KEHLHOFER, R. (u.a.): Gasturbinenkraftwerke,
Kombikraftwerke, Heizkraftwerke und Industrie-
kraftwerke, Gräfelfing: Technischer Verlag Resch,
und Köln, Verlag
TÜV-Rheinland, 1984, (Handbuchreihe
Energie Bd. 7), S. 128-129;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine

⑤7 Beschrieben wird ein Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine (1) und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine, wobei das Abgas der Gasturbine einem Abhitzeessel (9) zugeführt wird, der zur Erhöhung der HD-Dampfleistung mit einer Zusatzfeuerung ausgestattet ist und welcher der Dampfbildung dienende Wärmetauscher enthält. Um auf wirtschaftliche Weise die Erzeugung von Dampf für eine Mehrdruck-Dampfturbine, insbesondere auch bei schwankender Belastung zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß zur Bildung eines Hochdruckdampfs wenigstens zwei hintereinandergeschaltete HD-Überhitzerstufen (10, 11, 12) mit wenigstens einer Einspritzkühlung (26, 27) und zur Bildung eines Zwischen-druckdampfs wenigstens zwei ZD-Überhitzerstufen (13, 14) mit einer Einspritzkühlung (28) vorgesehen sind, die Endstufen (12 bzw. 14) des HD-Überhitzers bzw. ZD-Überhitzers im gleichen Abschnitt des Abhitzeessels (9) angeordnet sind, deren Rohre (15, 16) kammartig abwechselnd nebeneinander liegen, die erste ZD-Überhitzerstufe (13) zwischen oder hinter den beiden ersten HD-Überhitzerstufen (10, 11) liegt, eine das Abgas der Gasturbine nutzende erste Feuerung (6) dem Abhitzeessel (9) im Bereich der Endstufen (12, 14) der Überhitzer zugeordnet und im Abhitzeessel (9) vor dem HD-Verdampfer (21) eine zweite Feuerung (6) angeordnet ist, wobei die erste Feuerung (6) in Abhängigkeit von der Temperatur des Dampfes am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe (13) und die zweite Feuerung (25) druckabhängig von ...



DE 197 34 862 A 1

Die Erfindung betrifft ein Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine, wobei das Abgas der Gasturbine einem Abhitzekessel zugeführt wird, der zur Erhöhung der HD-Dampfleistung mit einer Zusatzfeuerung, die den für Verbrennung erforderlichen Sauerstoff aus den Turbinenabgasen bezieht, ausgestattet ist und welcher der Dampf- bildung dienende Wärmetauscher enthält.

Wärmekraftwerke, welche die Abhitze einer Gasturbine zur Dampferzeugung für eine Dampfturbine nutzen, sind in der Regel mit einstufigen Dampfturbinen ausgerüstet. In Industriebetrieben werden solche Wärmekraftwerke zur Erzeugung Prozeßdampf verwendet, dessen Maximalbedarf meist von einer vor dem Abhitzekessel installierten Zusatzfeuerung und dessen Minimalbedarf allein durch den Abhitzebetrieb gedeckt wird. Die Abhitzekessel sind üblicherweise zur Dampferzeugung für eine einstufige Dampfturbine ausgebildet. Hingegen stößt die Erzeugung von Dampf für die in ihrer Leistung bessere mehrstufige Dampfturbine mit Zwischenüberhitzung in solchen ZDÜ-Abhitzekesseln auf Schwierigkeiten, insbesondere bei schwankender Belastung. Wird bei einer erhöhten Belastung die Feue- rung des Abhitzekessels zur Erzeugung einer größeren Hochdruck-Dampfmenge gesteigert, ist für die Temperaturregelung des Zwischendruckdampfes eine stark erhöhte Einspritzkühlung erforderlich, wodurch außerdem eine zusätzliche Zwischen- druck-Dampfmenge entsteht, die von der MD-Stufe der Dampfturbine nicht verarbeitet werden kann. Der Brenn- stoffbedarf steigt relativ stark an, wodurch nicht nur die Be- triebskosten erheblich steigen, sondern auch der aus Grün- den des Umweltschutzes niedrig zu haltende CO₂-Ausstoß erhöht wird.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu- grunde, den einer Gasturbine zugeordneten Abhitzekessel derart aus zubilden, daß auf wirtschaftliche Weise die Er- zeugung von Dampf für eine Mehrdruck-Dampfturbine, ins- besondere auch bei schwankender Belastung möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des An- spruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die erfindungsgemäß vorgesehenen beiden Feuerungen haben unterschiedliche Regelaufgaben. Die erste Feue- rung, welche das Abgas der Gasturbine nutzt, wird so geregelt, daß der Zwischendampf auf die erforderliche Temperatur erhitzt wird. Dabei wird der Dampf zunächst in der ersten ZD-Überhitzerstufe auf eine der Sollwertvorgabe entspre- chende Temperatur erhitzt, bei der die Einspritzkühlung bei jeder Last die Dampftemperatur am Austritt der ZD-Über- hitzerstufe regelbar ist. Diese Temperaturregelung des Zwi- schendruckdampfes ist von der zweiten Feue- rung völlig un- abhängig. Die Aufgabe der zweiten Feue- rung besteht darin, die von der Dampfturbine und gegebenenfalls von einer Prozeßanlage abverlangte Menge an HD-Dampf zu erzeu- gen und bei sich änderndem Bedarf zu regeln. Regelgröße für diese Dampfmengenregelung ist der Dampfdruck am Ausgang der Endstufe des HD-Überhitzers. Sinkt der Dampfdruck an dieser Stelle unter den Sollwert, wird die das Abgas der Gasturbine weiter nutzende zweite Feue- rung zusätzlich beheizt, so daß der dem Brenner nachgeschaltete HD-Verdampfer eine größere Menge HD-Dampf erzeugt. Im übrigen erfolgt die Temperaturregelung des HD-Damp- fes durch eine übliche Einspritzkühlung, wobei die zwi- schen den HD-Überhitzerstufen befindlichen Einspritzvor- richtungen von der am Ausgang der jeweils nachgeschalte- ten HD-Überhitzerstufe herrschenden Temperatur als Regel- größe gestellt werden. Die erfindungsgemäß vorgesehene getrennte Regelung der Temperatur des Zwischendruck-

dampfes einerseits und der HD-Dampfmenge sowie der HD-Dampftemperatur in Verbindung mit der geteilten Feue- rung hat den weiteren Vorteil, daß eine erhöhte Belastung und Leistungssteigerung mit einer relativ geringen Erhö- hung des Brennstoffverbrauches verbunden ist. Der Wir- kungsgrad der Anlage ist wesentlich verbessert.

Das Regelsystem erlaubt einen reinen Abhitzebetrieb ohne zusätzliche regeltechnische Maßnahmen oder Ände- rungen und ohne Beeinträchtigung der Regelgüte der HD- und ZD-Endtemperaturen. Dies gilt auch bei extremen Stör- fällen, wenn bei Ausfall der Zusatzfeuerungen unmittelbar der Abhitzekessel allein in Abhitzebetrieb gefahren werden muß.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeich- nung dargestellt; es zeigt

Fig. 1 eine Gasturbine mit einem nachgeschalteten, der Dampferzeugung dienenden Abhitzekessel in einer schema- tischen Darstellung,

Fig. 2 Einrichtungen zur Temperaturregelung des Hoch- druckdampfes und zur Temperaturregelung des Zwischen- druckdampfes in einer schematischen Darstellung und

Fig. 3 die in Scheibenkämmung angeordneten Endstufen des Hochdrucküberhitzers und Zwischendrucküberhitzers in einer perspektivischen Ansicht.

Die in **Fig. 1** dargestellte Gasturbine **1** ist mit einem Ver- dichter **2** und einem mit Erdgas **3** beschickten Brenner **4** ver- sehen. Das heiße Abgas der Gasturbine **1** wird über eine Rohrleitung **5** einem der Dampferzeugung dienenden Abhitz- kessel **9** zugeführt. Der Rohrleitung **5** ist eine erste, z. B. als Flächenbrenner ausgebildete Feue- rung **6** zugeordnet, die bedarfsweise mit Zusatzluft **7** und Erdgas **8** versorgt wird und durch welche die Abgastemperatur zusätzlich erhöht werden kann.

Der Abhitzekessel **9** ist so ausgebildet, daß er Dampf zum Betrieb einer Mehrdruck-Dampfturbine (in der Zeichnung nicht dargestellt) liefert. In **Fig. 1** ist jedoch nur der untere Teil des Abhitzekessels **9** mit mehreren Überhitzerstufen zur Erzeugung des Hochdruck- und des Zwischendruckdampfes sowie den Hochdruckverdampfer und einem Teil der Hoch- druck-Speisewasservorwärmung dargestellt. Im nicht darge- stellten Teil des Abhitzekessels **9** sind in bekannter Weise die Heizflächen für die Speisewasservorwärmung und Ver- dampfung der verschiedenen Dampfdruckteile sowie deren Überhitzer angeordnet. Nachfolgend werden für die Aus- drücke Hochdruck- und Zwischendruck- die Abkürzungen HD- bzw. ZD-verwendet. Im unteren Teil der Abhitzekessel **9** sind drei hintereinander geschaltete HD-Überhitzerstufen **10, 11, 12** sowie zwei ZD-Überhitzerstufen **13, 14** angeord- net. Die beiden Endstufen **12, 14** des HD-Überhitzers und ZD-Überhitzers sind im gleichen unteren Abschnitt des Ab- hitzekessels **9** angeordnet, wobei die parallel in lotrechten Ebenen verlaufenden, mäanderförmig gebogenen HD- Rohre **15** und die entsprechend ausgebildeten ZD-Rohre **16** kammartig abwechselnd nebeneinander liegen (vgl. **Fig. 3**). Den HD-Rohren **15** ist ein Verteiler **17** und ein Sammler **18** und den ZD-Rohren **16** ein Verteiler **19** und ein Sammler **20** zugeordnet. Die erste ZD-Überhitzerstufe **13** ist zwischen den beiden ersten HD-Überhitzerstufen **10, 11** angeordnet, kann aber auch hinter bzw. vor diesen eingebaut sein. Weiter oben im Abhitzekessel **9** ist ein HD-Verdampfer **21** und ein Speisewasservorwärmer **22** angeordnet, die beide mit einer HD-Trommel **23** verbunden sind, von der der HD-Dampf über eine Leitung **24** zu HD-Überhitzerstufen **10** bis **12** ge- langt. Außerdem ist vor bzw. unter dem HD-Verdampfer **21** eine zweite das Abgas der Gasturbine nutzende Feue- rung **25** angeordnet, die z. B. als mit Erdgas befeuerter Flächenbren- ner ausgebildet sein kann.

Weiterhin ist zwischen den drei HD-Überhitzerstufen **10,**

11, 12 jeweils eine Einspritzvorrichtung 26, 27 sowie zwischen den beiden ZD-Überhitzerstufen 13, 14 eine Einspritzvorrichtung 28 vorgesehen. Mit Hilfe der Einspritzvorrichtungen 26, 27 wird die Temperatur des HD-Dampfes so geregelt, daß er nach verlassen der dritten HD-Überhitzerstufe 12 die vorgegebene Temperatur hat. Jede Einspritzvorrichtung 26, 27 wird von der am Ausgang der jeweils nachgeschalteten HD-Überhitzerstufe 11 bzw. 12 vorgegebenen Temperatur als Regelgröße gestellt. Die zwischen den beiden ZD-Überhitzerstufen 13, 14 vorgesehene Einspritzvorrichtung 28 hat die Aufgabe, den ZD-Dampf auf die für die ZD-Endstufe der Dampfturbine erforderliche Temperatur einzustellen. Auch hier erfolgt die Regelung der Einspritzvorrichtung 28 ähnlich mit Hilfe der am Ausgang der zweiten ZD-Überhitzerstufe 14 vorgegebenen Temperatur als Regelgröße.

Bei Normalbetrieb des Wärmekraftwerks für den Minimalbedarf reicht die Abhitzewärme in der Regel zur Erzeugung der für die Dampfturbine erforderlichen Dampfparameter aus. Tritt jedoch eine höhere Belastung ein, werden bedarfsweise die beiden Feuerungen 6 und 25 zugeschaltet und entsprechend dem höheren Dampfbedarf geregelt. Die erste Feuerung 6 wird, wie in Fig. 2 gezeigt ist, in Abhängigkeit von der Temperatur des Dampfes am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe 13 geregelt. In den Fig. 1 und 2 ist diese Meßstelle mit 29 bezeichnet. Die zweite Feuerung 25 wird druckabhängig von der HD-Belastung geregelt. Hierfür wird der Dampfdruck am Ausgang der dritten HD-Überhitzerstufe 12 als Regelgröße gemessen. Diese Meßstelle ist mit 30 bezeichnet. Im Falle einer höheren Belastung sinkt zunächst der Dampfdruck an der Meßstelle 30. Für den erforderlichen Druckausgleich ist eine Erhöhung der Dampfmenge erforderlich. Dies geschieht durch die zweite Feuerung 25, welche dem HD-Verdampfer 21 zusätzlich Wärme zuführt, wobei diese zusätzliche Wärmeerzeugung druckabhängig geregelt wird. Die erhöhte Dampfmenge verursacht weiterhin einen Temperaturabfall des ZD-Dampfes und einen zusätzlichen Energiebedarf für die Überhitzung des Dampfes in den Überhitzerstufen 10 bis 12. Bei entsprechendem Temperaturabfall an der Meßstelle 29 wird die erste Feuerung 6 zugeschaltet, die in Abhängigkeit der Sollwertabweichung der Temperatur an der Meßstelle 29 geregelt wird. Auf diese Art und Weise wird dem Abhitzekeßel 9 die erforderliche Wärmeenergie zugeführt, um die gewünschte Ausgangstemperatur des ZD-Dampfes zu erhalten. Dabei wird der Sollwert so eingestellt, daß auch der HD-Dampf den ersten zugehörigen Überhitzerstufen zunächst eine solche Temperatur erhält, daß eine genaue Temperaturregelung am Austritt der HD-Überhitzerstufe 12 durch die Einspritzkühlungen sichergestellt ist. Die Einspritzkühlungen zur Regelung der HD-Dampf Temperatur an der Meßstelle 30 arbeiten im optimalen Regelbereich, wobei gegebenenfalls der Sollwert verstellbar ist, um den Regelbereich der beiden Einspritzvorrichtungen 26, 27 zu optimieren.

Bezugszeichenliste

- 1 Gasturbine
- 2 Verdichter
- 3 Erdgas
- 4 Brenner
- 5 Rohrleitung
- 6 erste Feuerung
- 7 Zusatzluft
- 8 Erdgas
- 9 Abhitzekeßel
- 10 HD-Überhitzerstufe
- 11 HD-Überhitzerstufe

- 12 HD-Überhitzerstufe
- 13 ZD-Überhitzerstufe
- 14 ZD-Überhitzerstufe
- 15 HD-Rohre
- 16 ZD-Rohre
- 17 Verteiler
- 18 Sammler
- 19 Verteiler
- 20 Sammler
- 21 HD-Verdampfer
- 22 Speisewasservorwärme
- 23 HD-Trommel
- 24 Leitung
- 25 zweite Feuerung
- 26 Einspritzvorrichtung
- 27 Einspritzvorrichtung
- 28 Einspritzvorrichtung
- 29 Meßstelle
- 30 Meßstelle

Patentansprüche

1. Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine, wobei das Abgas der Gasturbine einem Abhitzekeßel zugeführt wird, der zur Erhöhung der HD-Dampfleistung mit einer Zusatzfeuerung ausgestattet ist und welcher der Dampfbildung dienende Wärmetauscher enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines Hochdruckdampfes wenigstens zwei hintereinandergeschaltete HD-Überhitzerstufen (10, 11, 12) mit wenigstens einer Einspritzkühlung (26, 27) und zur Bildung eines Zwischendruckdampfes wenigstens zwei ZD-Überhitzerstufen (13, 14) mit einer Einspritzkühlung (28) vorgesehen sind, die Endstufen (12 bzw. 14) des HD-Überhitzers bzw. ZD-Überhitzers im gleichen Abschnitt des Abhitzekeßels (9) angeordnet sind, deren Rohre (15, 16) kammartig abwechselnd nebeneinander liegen, die erste ZD-Überhitzerstufe (13) zwischen oder hinter den beiden ersten HD-Überhitzerstufen (10, 11) liegt, eine das Abgas der Gasturbine nutzende erste Feuerung (6) dem Abhitzekeßel (9) im Bereich der Endstufen (12, 14) der Überhitzer zugeordnet und im Abhitzekeßel (9) vor dem HD-Verdampfer (21) eine zweite Feuerung (25) angeordnet ist, wobei die erste Feuerung (6) in Abhängigkeit von der Temperatur des Dampfes am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe (13) und die zweite Feuerung (25) druckabhängig von der HD-Belastung geregelt wird.

2. Wärmekraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwerte für die Regelung der ersten Feuerung (6) derart eingestellt ist, daß die Dampftemperatur am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe (13) ständig eine Einspritzkühlung des Zwischendruckdampfes verlangt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

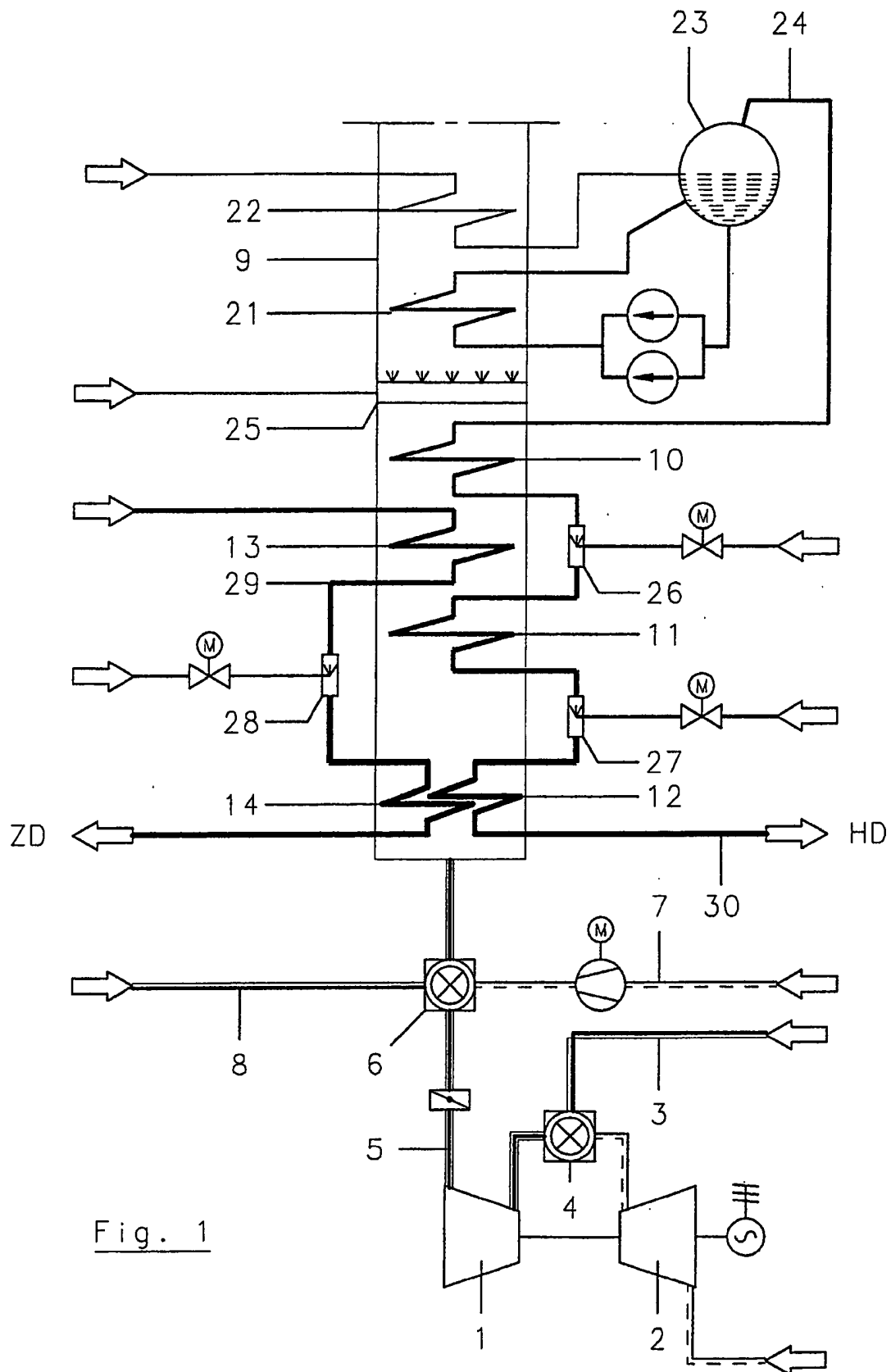


Fig. 1

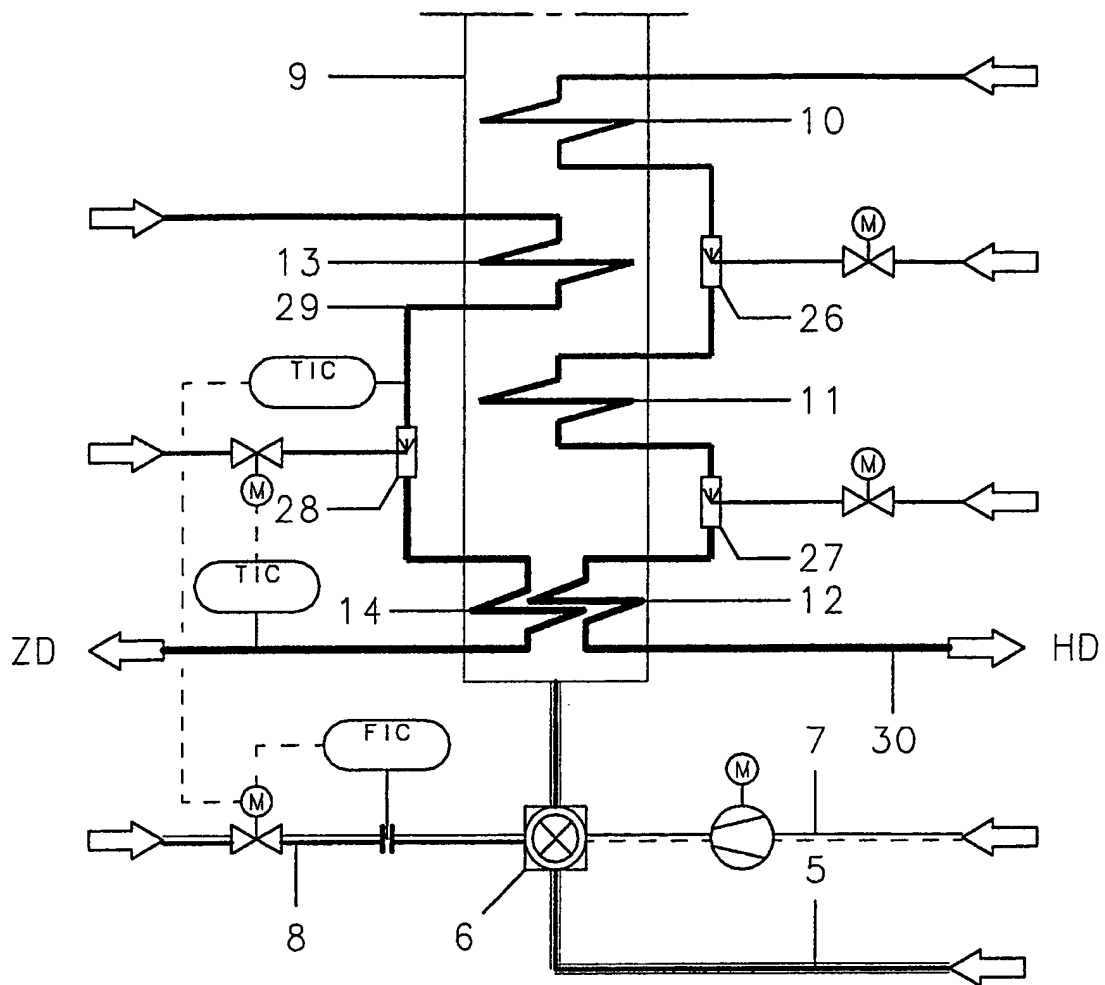


Fig. 2

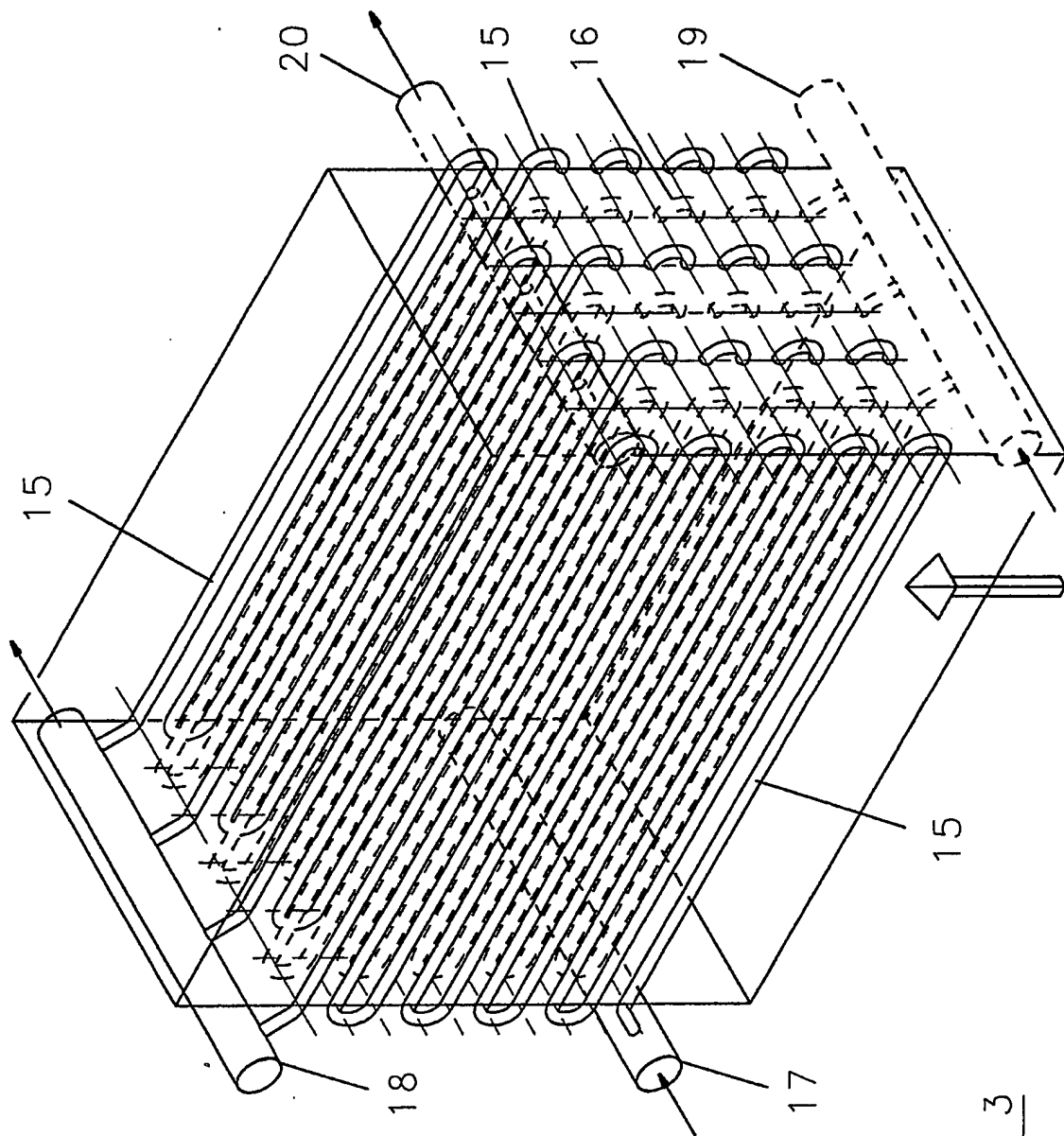


Fig 3

Steam pressure system

Patent number: DE19734862
Publication date: 1999-02-18
Inventor: GERICKE BERND (DE)
Applicant: GERICKE BERND (DE)
Classification:
- **International:** F02C6/18; F22B31/04; F22B35/06
- **European:** F22B1/18B2
Application number: DE19971034862 19970812
Priority number(s): DE19971034862 19970812

Abstract of DE19734862

For the development of a high pressure steam, at least two overheating stages (10-12) are used in series, fitted with an injection cooling (26,27). For an intermediate pressure steam, at least two intermediate pressure stages (13,14) are used with an injection cooler (28). The end stages (12,14) of the high and intermediate pressure systems are located at the same section of the boiler (9), with their pipes aligned alternately among each other in a comb-shaped layout. The intermediate pressure steam stage (13) is between or after the first two high pressure steam stages (10,11). The first burner (6), using the exhaust of the gas turbine, is at the boiler (9) near the end stages (12,14) of the high and intermediate pressure systems. A second burner (25) is at the boiler (9) in front of the high pressure steamer (21). The first burner (6) is controlled according to the steam temp. at the outlet of the first intermediate pressure stage (13), and the second burner (25) is controlled according to the high pressure loading.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide